

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-197342

(43)Date of publication of application : 06.08.1996

(51)Int.Cl.

B23P 19/02
B23P 21/00

(21)Application number : 07-024774

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 18.01.1995

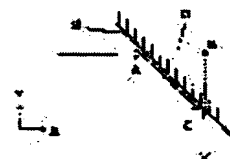
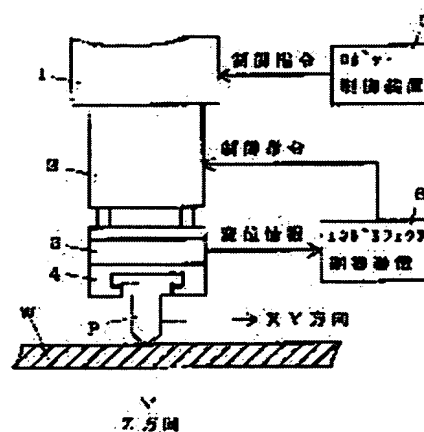
(72)Inventor : KIKUCHI HIDEHARU
TORII HAJIME

(54) AUTOMATIC ASSEMBLY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To continue the search of an assembling hole even if there is an obstacle on the search track when searching the position of assembly of parts.

CONSTITUTION: This is an automatic assembly device which incorporates the parts held by a band into the incorporation hole made in a work, and this is equipped with an end effector 2, which is provided at the tip of the arm 1 of a robot and pushes a part against the work with constant force and draws a specified search track on the work face, a force sensor 3, which is interposed between the end effector 2 and a band 4 and is displaced, according to the magnitude of the reaction working on the band, and a controller 6 which controls the end effector 2, based on the preset search track R. The controller 6 gets the direction of the obstacle M from the reaction in X-axis direction and Y-axis direction, when the force sensor 3 has detected the obstacle M at point A, and changes the target position from point B to point C on the search track R likewise to avoid the obstacle M, and makes the straight line connecting point A to point B a new search track, and returns to the former search track R at the point C.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 22.04.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 1 9 7 3 4 2

(43) 公開日 平成8年(1996)8月6日

(51) Int. Cl.⁶

B 2 3 P

19/02

21/00

識別記号

Q

3 0 7 Z

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2

F D

(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-24774

(22) 出願日 平成7年(1995)1月18日

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 菊池 英晴

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 鳥居 元

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

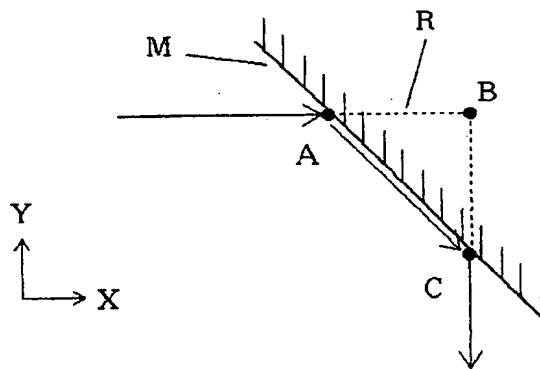
(74) 代理人 弁理士 香本 薫

(54) 【発明の名称】 自動組付装置

(57) 【要約】

【目的】 部品の組付位置を探索する際、探索軌道上に障害物があっても組付穴の探索を継続する。

【構成】 ワークに形成された組付穴にハンドに把持された部品を組み付ける自動組付装置であって、ロボットのアーム先端に設けられ一定の力で部品をワークに押し付けるとともに、ワーク面上を所定の探索軌道を描かせるエンドエフェクタと、エンドエフェクタとハンドの間に介在しハンドに作用する反力の大きさに応じて変位する力センサと、予め設定された探索軌道Rに基づいてエンドエフェクタを制御する制御装置を備える。制御装置は、A点において力センサが障害物Mを検出したとき、X軸及びY軸方向の反力から障害物Mの向きを求め、目標位置をB点から同じく探索軌道R上のC点に変更して障害物Mを避け、A点とC点を結ぶ直線を新しい探索軌道とし、C点において元の探索軌道Rに復帰する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ワークに形成された組付穴にハンドに把持された部品を組み付ける自動組付装置であって、ロボットのアーム先端に設けられ一定の力で部品をワークに押し付けるとともに、ハンドをワーク面に平行な面に沿って駆動し部品に組付穴の探索軌道を描かせる動作機構と、動作機構とハンドの間に介在しハンドに作用する反力の大きさに応じて変位する力センサと、予め設定された探索軌道に基づいて動作機構を制御する制御装置を備え、該制御装置は、力センサが障害物を検知したとき、該力センサの検知情報に基づき、該部品が該障害物を避けながら元の探索軌道に復帰するように探索軌道を変更するものであることを特徴とする自動組付装置。

【請求項 2】 上記制御装置が、部品が組付穴の位置にきたとき動作機構によりハンドをワーク面に平行な面の 4 方向に移動させ、全ての方向で力センサが所定の反力を検知したとき組付穴と判定するものであることを特徴とする請求項 1 に記載された自動組付装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ワークに形成された組付穴にハンドに把持された部品を組み付ける自動組付装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 自動車の組立ライン等においてワークに形成された組付穴にハンドに把持された部品を組み付ける自動組付装置が、例えば特開平 5 - 2 0 0 6 3 8 号公報に記載されている。上記公報に記載された自動組付装置は、ロボットのアームの先端に X-Y 軸方向（ワーク面に沿った方向）への位置調整可能なエンドエフェクタ（動作機構）を備え、該エンドエフェクタとハンドの間に Z 軸方向（ワーク面に垂直方向）の荷重を検出する力センサを介在させたものである。

【0003】 上記自動組付装置においては、予め制御装置に入力されたティーチングデータに基づいてロボットのアームが動き、ハンドに把持された部品をワークの組付穴の位置にもたらし、次いで該部品を Z 軸方向に移動させる。その際（同公報の図 6 参照）、ティーチングデータどおり部品が組付穴の位置に一致しているときは、該部品は組付穴に押し込まれ、このとき力センサが検出する Z 軸方向の反力のパターンには谷が存在する（逆に、反力のパターンに谷が存在するときは部品と組付穴が一致したと判定される）。

【0004】 一方、ワークの位置決め誤差や部品精度誤差の累積等により部品が組付穴の位置から外れているときは、部品はワーク表面に押し付けられるのみであり、このとき力センサが検出する Z 軸方向の反力のパターンには谷が存在しない（逆に、反力のパターンに谷が存在しないときは部品が組付穴から外れていると判定される）。このように、力センサからの情報により部品が組

付穴の位置から外れていると判定されたときは、部品をワーク面に一定圧力で押し付けたままの状態でエンドエフェクタを作動させ、ワーク面上において部品に X-Y 軸方向に所定の探索軌道（この例では一筆書きの星形）を描かせ、組付穴を探索する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、このような組付装置において、エンドエフェクタを作動させワーク面上において部品に探索軌道を描かせるとき、もし該探索軌道上に障害物（例えば乗り越えられない段差）があったような場合はそれ以上探索を継続できず、また、障害物との接触時にエンドエフェクタや部品が大きい力を受け損傷するおそれがある。

【0006】 また、エンドエフェクタを作動させワーク面上において部品に探索軌道を描かせるとき、力センサは常に Z 軸方向の力（部品がワークから受ける反力）を検出しているが、その力は部品が組付穴を通過するときは図 10 に示すように変化する。この変化を検出したとき組付穴発見（探索終了）と判定し、同時にエンドエフェクタの X-Y 軸方向の作動を停止するが、部品がワークの端面や段差などの組付穴以外の箇所でも同じようなパターンが出ることから、確かにこれが組付穴であるかどうか確認する必要がある。しかし、部品が組付穴の中にあることをカメラと画像処理で確認するとコストが大幅に上昇することに加え、組付穴の位置はカメラで観測しにくい箇所が多いという問題があった。

【0007】 本発明は上記問題点を鑑みてなされたもので、予め設定された探索軌道上に障害物があっても組付穴の探索を継続でき、しかもエンドエフェクタ（動作機構）や部品の損傷を防止することができる自動組付装置を提供することを目的とする。また、本発明は、低コストで部品が組付穴にあるかどうか簡単に確認できる自動組付装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は、ワークに形成された組付穴にハンドに把持された部品を組み付ける自動組付装置であって、ロボットのアーム先端に設けられ一定の力で部品をワークに押し付けるとともに、ハンドをワーク面に平行な面に沿って駆動し部品に組付穴の探索軌道を描かせる動作機構と、動作機構とハンドの間に介在しハンドに作用する反力の大きさに応じて変位する力センサと、予め設定された探索軌道に基づいて動作機構を制御する制御装置を備え、該制御装置は、力センサが障害物を検知したとき、該力センサの検知情報に基づき、該部品が該障害物を避けながら元の探索軌道に復帰するように探索軌道を変更するものであることを特徴とする。

【0009】 この自動組付装置では、部品が障害物に接触したとき力センサが変位することで反力の大きさを検出し、その反力の大きさがしきい値を超えると障害物

ありと判定する。そして、力センサにより障害物による反力の方向（すなわち障害物の向き）が検出できるので、その情報に基づき、障害物を避けると同時に元の探索軌道に復帰する方向に探索軌道を変更する。また、上記しきい値は大きく設定する必要はなく、しかも、力センサが反力の大きさに応じて変位するので、接触時に動作機構や部品に無理な力が加わらない。

【0010】上記自動組付装置においては、上記制御装置が、部品が組付穴の位置にきたとき動作機構によりハンドをワーク面に平行な面の4方向に移動させ、全ての方向で力センサが所定の反力を検知したとき組付穴に到達したと判定するものであることが好ましい。なお、部品が組付穴の位置にきたと判定されたとき、それが実際に組付穴であれば、それまでワーク面に押し付けられていた部品の先端は該組付穴にはまり込み周囲を組付穴の端面で囲まれているので、このようにハンドをワーク面に平行な面の4方向に移動させると全ての方向で力センサが所定の反力を検知し、一方、実際にはワークの端面や段差であったという場合、少なくともいずれかの方向で力センサが所定の反力を検知しない。

【0011】

【実施例】以下、図1～図10を参照して本発明の実施例を説明する。図1は、この自動組付装置の概略構成図であり、ロボットのアーム1の先端にエンドエフェクタ2が取り付けられ、その先に力センサ3を介してハンド4が取り付けられる。ロボット制御装置5は、予め入力されたティーチングデータに基づいてロボットのアーム1を駆動制御し、教示点、すなわちワークWの組付穴の位置に移動させる。エンドエフェクタ制御装置6は、組付穴7（図2参照）を探索するためにエンドエフェクタ2を制御し、ハンド4に把持された部品Pを一定圧力でワークWに押し付け、その状態で予め設定された探索軌道Rを描く。

【0012】上記エンドエフェクタ2は、図3に示すように、3軸直交テーブル即ち、X軸方向に移動可能なX軸テーブル2a、Y軸方向に移動可能なY軸テーブル2b、及びZ軸方向に移動可能なZ軸テーブル2cから構成され、これらの各テーブル2a、2b、2cは、それぞれ独立にX軸モータ9a、Y軸モータ9b、及びテーブルに内蔵されたZ軸モータにより駆動される。この実施例においては、Z軸テーブル2cを駆動することにより部品PをワークWに押し付けることができ、X軸テーブル2a及びY軸テーブル2bを駆動させることにより探索軌道を描くことができる。

【0013】力センサ3は、ハンド4に作用するX軸、Y軸、Z軸の各軸方向の反力を検出するためのもので、図4に示すように（1軸分のみ示す）、エンドエフェクタ2側部材10にハンド側部材11がスプリング12を介して変位自在に取り付けられ、該スプリング12の変位を検出するリニアエンコーダ13が設けられ（以上の

スプリングユニットが3軸各軸毎に設けられている）、各軸方向の変位情報をエンドエフェクタ制御装置6に送るようになっている。

【0014】また、上記エンドエフェクタ制御装置6は、力センサ3からの変位情報を取り込んで探索軌道R上に障害物があるかどうかを判定し、障害物ありと判定した場合は探索軌道を変更し、その変更軌道に基づいてエンドエフェクタ2を制御する。

【0015】障害物の判定フローは図5に示すように、エンドエフェクタ制御装置6において、力センサ3からの変位情報とスプリングのバネ常数から力センサ3に作用するX軸、Y軸方向の反力を算出し（S1）、力センサ3に作用する各軸方向の反力を所定のしきい値と比較し（S2）、その力がしきい値未満の時は障害物なしと判定して元の探索軌道Rをそのまま継続し、力センサ3に作用する力がしきい値以上のときは探索軌道R上に障害物が存在し、部品がその障害物に当たったと判定して探索軌道を変更する（S3）。なお、このときのしきい値は、次ぎに述べるように反力の方向を検出できる程度の大きさでよく、余り大きく設定する必要はない。

【0016】探索軌道Rの変更フローは図6に示すように、エンドエフェクタ制御装置6において、上記障害物の判定フローで算出した力センサ3に作用するX軸、Y軸方向の反力から障害物の向きを求め（S5）、障害物を避けるようにX軸及びY軸方向の目標位置をそれぞれ変更し軌道変更を行う（S6）。例えば図7に示すように、当初設定した探索軌道Rの途中で障害物Mが存在したとすると、A点から当初の目標位置のB点に行くことはできないが、A点において力センサ3が検出したX軸方向及びY軸方向の反力から障害物Mの向きを求め、目標位置をB点から同じく探索軌道R上のC点に変更して障害物Mを避け、A点とC点を結ぶ直線を新しい探索軌道とし、C点において元の探索軌道Rに復帰する。

【0017】探索軌道R上において力センサ3に作用するZ軸方向の反力が図10にみられるようなパターンを示したときは、エンドエフェクタ制御装置6により組付穴発見と判定し、同時にエンドエフェクタのX-Y軸方向の作動、すなわち探索軌道移動を停止し、組付穴の確認動作に移る。このとき、力センサ3はエンドエフェクタ2のZ軸方向の押し付け力から開放され、ハンド3に把持された部品Pの先端はワークWの組付穴7内に押し込まれている。

【0018】組付穴の確認フローは、図8に示すように、エンドエフェクタ制御装置6の指令によりエンドエフェクタ2がX、Y軸4方向に移動し（S8）、力センサ3が各方向で所定の反力を感知するかどうか調べ（S9）、4方向で感知したとき組付穴確認と判定し、それ以外の場合をエラーとする。すなわち、ハンド4に把持された部品Pの先端が確かに組付穴7に入っているのであれば、図9に示すように部品Pの先端は周囲を組付穴

5

7の縁に囲まれているので、エンドエフェクタ2の移動の際、力センサ3は4方向の全てにおいて所定の反力を検知する。

【0019】組付穴の確認動作を完了すると、エンドエフェクタ制御装置6によりエンドエフェクタ2をX軸、Y軸方向に移動し、力センサ3が受ける反力がゼロになる位置に調芯し、次いでエンドエフェクタ2をZ軸方向に作動させ、部品Pを組付穴7に組み付ける。

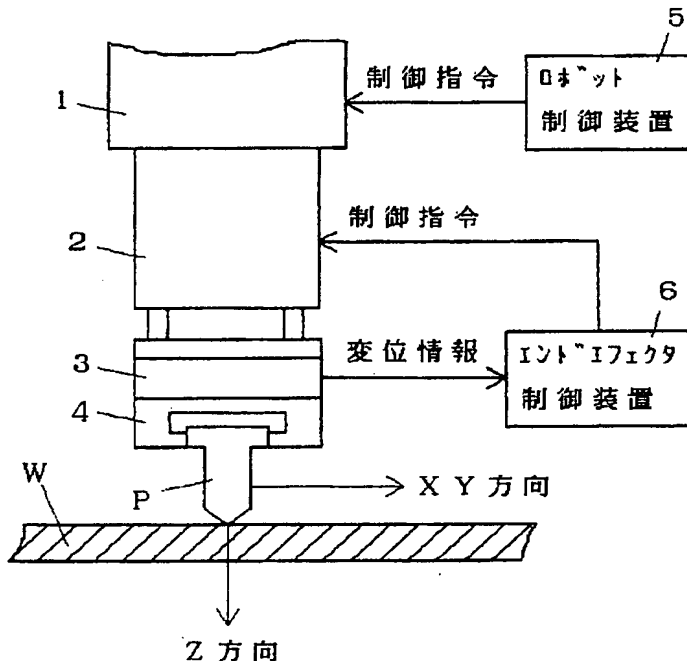
【0020】

【発明の効果】本発明によれば、部品が障害物に接触したとき力センサに作用する反力の向きを検出することで障害物の向きを求め、障害物を避けると同時に元の探索軌道に復帰する方向に探索軌道を変更するので、探索軌道上に障害物があっても探索操作を継続することができる。そして、障害物の有無を判定するとき力センサに作用する反力のしきい値を小さく設定でき、しかも、力センサが反力の大きさに応じて変位するので、接触時に動作機構や部品に無理な力が加わらず、その損傷を防止することができる。また、本発明によれば、組付穴の探索軌道上において、部品が組付穴にあるかどうか簡単に確認することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の自動組付装置の全体構成図である。

【図1】



6

【図2】探索軌道と組付穴の説明図である。

【図3】実施例のエンドエフェクタと力センサ、及びハンドの平面図(a)及び側面図(b)である。

【図4】実施例の力センサのスプリングユニットの説明図(a)と、そのI-I断面図(b)である。

【図5】実施例の障害物判定フロー図である。

【図6】実施例の探索軌道変更フロー図である。

【図7】実施例の探索軌道変更操作を説明する図である。

【図8】実施例の組付穴確認フロー図である。

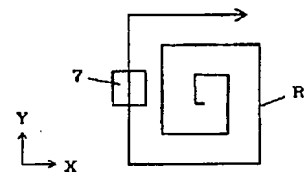
【図9】実施例の組付穴確認操作を説明する図である。

【図10】部品が探索軌道上の組付穴を通過するとき力センサに作用する反力の変化パターンを示す図である。

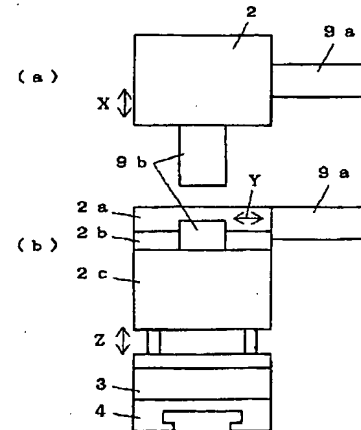
【符号の説明】

- 1 ロボットのアーム
- 2 エンドエフェクタ
- 3 力センサ
- 4 ハンド
- 7 組付穴
- M 障害物
- P 部品
- R 探索軌道
- W ワーク

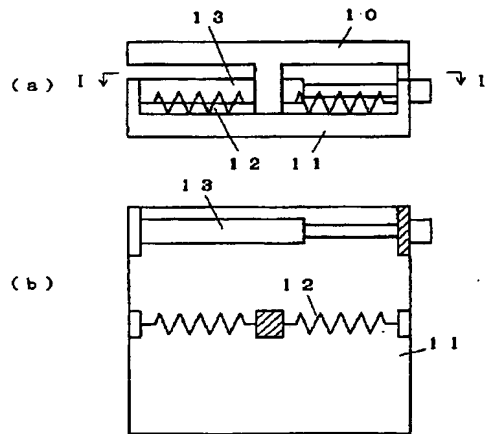
【図2】



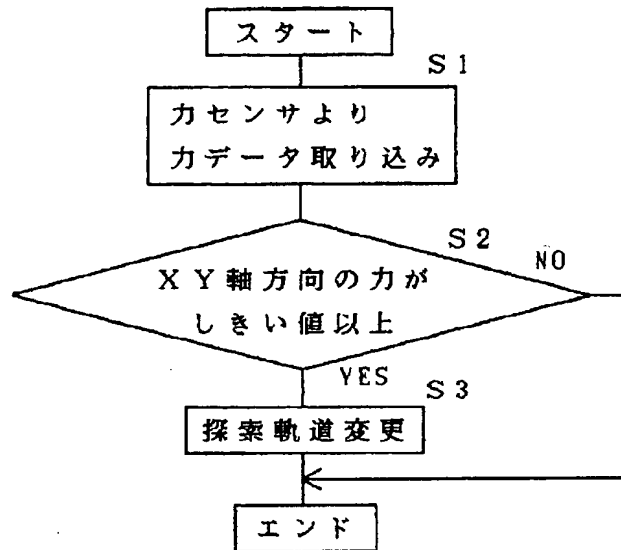
【図3】



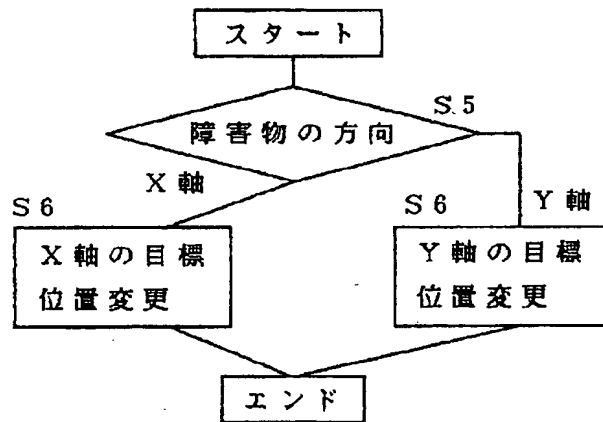
【図4】



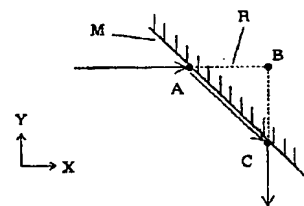
【図5】



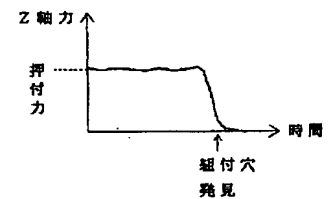
【図6】



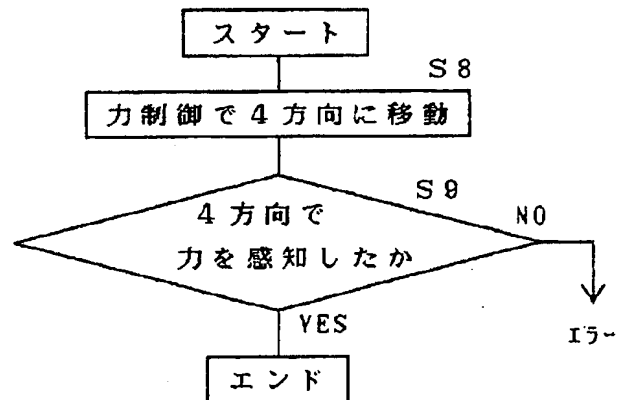
【図7】



【図10】



【図8】



【図9】

